

Kleine Anfrage

des Abgeordneten Dr. Paul Schmidt und der Fraktion der AfD

Anwendung des Linear-Non-Threshold-Modells bei verschiedenen Arten ionisierender Strahlung

In der Strahlenbiologie werden unterschiedliche Modelle zur Beschreibung von Dosis-Wirkungs-Beziehungen ionisierender Strahlung verwendet. Derzeit dient das Linear-Non-Threshold-Modell (LNT) im Strahlenschutz vielfach als Grundlage der Risikobewertung, obwohl experimentelle Befunde insbesondere für dünn-ionisierende (oder auch niedrig-LET (Linearer Energietransfer) Strahlungsarten häufig nichtlineare Dosis-Wirkungs-Beziehungen ausweisen, die eine deutlich unterproportionale Wirkung niedriger Strahlungsdosen bedeuten (HallGiaccia: „Radiobiology for the Radiologist“, 8. Edition, Chapter 2 <https://doi.org/10.1007/s13246-018-0684-1>; IAEA „Radiation Biology: A Handbook for Teachers and Students“, Chapter 4, vgl. www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TCS-42_web.pdf; Tubiana, Dutreix, Wambersie: „Radiobiology“, Chapter 3, vgl. https://catalog.nlm.nih.gov/discovery/fulldisplay/alma996788503406676/01NLM_INST:01NLM_INST; Herrmann, Dörr, Baumann: Klinische Strahlenbiologie, Kapitel 2, vgl. www.isbn.de/buch/9783437239601/klinische-strahlenbiologie; Suzuki & Hei [1996], vgl. [https://doi.org/10.1016/0027-5107\(95\)00123-9](https://doi.org/10.1016/0027-5107(95)00123-9); Paul Schmidt & Jürgen Kiefer: Deletion-pattern analysis of α -particle and X-ray induced mutations at the HPRT locus of V79 Chinese hamster cells. In: Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis. Band 421, Nr. 2, 3. November 1998, ISSN 0027-5107, S. 149–161, vgl. [https://doi.org/10.1016/S0027-5107\(98\)00159-6](https://doi.org/10.1016/S0027-5107(98)00159-6); Dubrova & Plumb [2000], [https://doi.org/10.1016/S0027-5107\(2000\)00068-3](https://doi.org/10.1016/S0027-5107(2000)00068-3); alle Links aufgerufen am 16. Februar 2026). Dadurch ergeben sich bei den Fragestellern Fragen zur wissenschaftlichen Begründung und Differenzierung der zur Bemessung der Wirkung ionisierender Strahlen angewandten Modelle, insbesondere da diese in allen Bereichen des Strahlenschutzes angewendet werden und dadurch große volkswirtschaftliche Bedeutung besitzen.

Jede Exposition des menschlichen Körpers gegenüber Strahlung oder anderen Noxen (z. B. biologisch wirksame Faktoren bzw. Substanzen) kann bei hinreichend hoher Dosis bionegative Wirkungen entfalten. Um derartigen Gefahren vorzubeugen, ist es grundsätzlich sinnvoll, Emissions- und Immissionsgrenzwerte festzulegen. Nach Auffassung der Fragesteller setzt dies voraus, dass oberhalb einer wissenschaftlich belegbaren Dosisgrenze mit hinreichender Sicherheit bionegative Wirkungen zu erwarten sind und das Risiko der Gesundheitsgefährdung ein nicht mehr akzeptables Maß erreicht.

Für Expositionen unterhalb solcher Dosisgrenzen bzw. entsprechender Dosisleistungen ist die Wirkung vielfach nicht eindeutig belegt. Sie kann bionegativ, neutral oder unter bestimmten Umständen auch biopositiv sein (L. E. Feinendegen [British Journal of Radiology, 2005]: „Evidence for beneficial low level radiation effects and radiation hormesis“, <https://doi.org/10.1259/bjr/63353075>;

Sharma et al. [Hell J Nucl Med., 2019]: „A concept of radiation hormesis: stimulation of antioxidant machinery in rats [...]“, <https://doi.org/10.1967/s002449910958>). Bereits Paracelsus stellte hierzu fest: „Alle Dinge sind Gift, und nichts ist ohne Gift; allein die Dosis macht, dass ein Ding kein Gift sei.“ Anschauliche Beispiele aus dem Alltag zeigen, dass zahlreiche Stoffe – etwa Vitamine, Arzneimittel oder Kochsalz – in hoher Dosis toxisch wirken, in niedriger Dosis jedoch lebensnotwendig oder therapeutisch wirksam sind.

Das LNT-Modell sieht aber gerade eine solche untere Grenze nicht vor und behandelt jede Dosis gleich, auch wenn sie so niedrig ist, dass sie sich im Bereich der natürlichen Strahlenbelastung bewegt, der Mensch und Tier auf der Erde ohnehin ausgesetzt sind. Da diese geringen Dosen – naturgemäß auch mit niedrigen Dosisleistungen – sehr häufig auftreten, sind sie für den Schutz der Bevölkerung von großer Bedeutung. Umso wichtiger ist es, dass sie gemäß ihrem tatsächlichen genotoxischen Potenzial bewertet werden, da die Entstehung von Keimbahnmutationen und Mutationen, die zu Krebs führen können, die relevanten Risiken der Wirkung ionisierender Strahlung sind.

Die Fragesteller gehen davon aus, dass das LNT-Modell zur Ableitung von Schutz- und Vorsorgemaßnahmen insbesondere bei Teilchenstrahlung (die dicht-ionisierend ist) wie zum Beispiel Alphastrahlung sinnvollerweise eingesetzt werden kann, dass es jedoch im Bereich von Gamma-, Röntgen-, und Elektronenstrahlung (dünn ionisierend) die auftretenden Dosis-Wirkungs-Beziehungen nicht optimal abbildet und dabei die Wirkung von niedrigen Dosen eher überschätzt. Daher dürfte es sinnvoll und geboten sein, in diesem Bereich andere Modelle auf ihre Anwendbarkeit hin zu untersuchen.

Wir fragen die Bundesregierung:

1. Auf welcher wissenschaftlichen Grundlage und in welcher Weise wendet die Bundesregierung das LNT-Modell bei der Bewertung gesundheitlicher Risiken durch ionisierende Strahlung an?
2. Wie setzt das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) – und ggf. weitere zuständige Bundesämter – das LNT-Modell in deutsche Regelungen und Grenzwerte um?
3. Welche Regeln bzw. Prozeduren wendet die Bundesregierung bzw. wenden die zuständigen Bundesämter an, um für die verschiedenen Arten ionisierender Strahlung jeweils aus der großen Menge an experimentellen Ergebnissen ein vertretbares Modell zur Abbildung der Dosis-Wirkungs-Beziehungen herzuleiten?
4. Auf welche Weise bestimmt die Bundesregierung bzw. bestimmen die zuständigen Bundesämter für die verschiedenen Arten ionisierender Strahlung jeweils aus der großen Menge an experimentellen Ergebnissen Dosis-Grenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen einerseits und die zu schützende Bevölkerung andererseits?
5. Welche Bedingungen im Sinne des Vorsorgeprinzips stellt die Bundesregierung für die Festlegung von Grenzwerten, und warum?
6. Für welche Strahlungsarten (z. B. Alphastrahlung, Betastrahlung, Röntgen- und Gammastrahlung, Neutronen, Schwerionen) wird das LNT-Modell durch die Bundesregierung als geeignet angesehen?
7. Unterscheidet die Bundesregierung bei der wissenschaftlichen Begründung des LNT-Modells zwischen dicht-ionisierender Strahlung (z. B. Alpha-Teilchen, Schwerionen) und dünn-ionisierender Strahlung (z. B. Röntgen- und Gammastrahlung), und wenn ja, in welcher Weise, und aus welchen Gründen?

8. Inwiefern teilt die Bundesregierung ggf. die Auffassung, dass für dicht-ionisierende Strahlung u. a. aufgrund der fehlenden Schulter in Zellüberlebenskurven und wegen des linearen Zusammenhangs zwischen der Dosis und der Anzahl hervorgerufener Mutationen in Mutations-Induktionskurven eine lineare Dosis-Wirkungs-Beziehung ohne Schwelle biologisch plausibel ist (vgl. Vorbemerkung der Fragesteller, bitte ausführlich erläutern)?
9. Auf welche wissenschaftlichen Erkenntnisse und Empfehlungen nationaler oder internationaler Fachgremien stützt sich die Bundesregierung bei Anwendung des LNT-Modells auf dicht-ionisierende Strahlung einerseits und auf dünn-ionisierende Strahlung andererseits?
10. Welche Befunde berücksichtigt die Bundesregierung bzw. das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) bei der Bewertung von Dosis-Wirkungs-Beziehungen im Niedrigdosisbereich unterhalb von 20 Millisievert für dünn-ionisierende-Strahlungsarten?
11. Inwiefern berücksichtigt die Bundesregierung bei Anwendung des LNT-Modells ggf., dass zellbiologische Experimente bei dünn-ionisierender Strahlung regelmäßig Schulterkurven beim Zellüberleben als Funktion der Dosis zeigen und bei der Mutationsinduktion eine linear-quadratische Funktion der Dosis (beides deutet für dünn-ionisierende Strahlung auf überproportional geringere Schadenshäufigkeiten und/oder wirksamere Reparaturmechanismen bei niedrigen im Vergleich zu hohen Dosen hin, vgl. Vorbemerkung der Fragesteller)?
12. Inwiefern teilt die Bundesregierung ggf. die Einschätzung, dass aus solchen zellbiologischen Experimenten, die aufgrund der notwendigen Messbarkeit der Strahlenwirkung bei nennenswerten Dosen durchgeführt werden müssen, keine belastbaren Aussagen über die Häufigkeit strahleninduzierter Erkrankungen in großen Bevölkerungsgruppen, die sehr niedrige Strahlendosen erhalten haben, abgeleitet werden können (vgl. Vorbemerkung der Fragesteller), und inwieweit gibt es hier Unterschiede zwischen dicht- und dünn-ionisierender Strahlung (bitte ausführlich erläutern)?
13. Welche wissenschaftlichen Erkenntnisse oder epidemiologischen Daten liegen der Bundesregierung ggf. vor, auf deren Basis man bei niedrigen Expositionen durch dünn-ionisierende Strahlung zusätzliche Erkrankungsfälle vorhersagen müsste?
14. Inwiefern teilt die Bundesregierung ggf. die Auffassung der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) (ICRP-Report 103), dass das LNT-Modell bei dünn-ionisierender Strahlung im Niedrigdosisbereich mit erheblichen wissenschaftlichen Unsicherheiten behaftet und nicht zur quantitativen Vorhersage von Erkrankungshäufigkeiten in der allgemeinen Bevölkerung geeignet ist (bitte ausführlich erläutern)?
15. Welche Bewertungsansätze prüft die Bundesregierung ggf., um bei sehr niedrigen Strahlenexpositionen eine Abwägung zwischen Vorsorge, Gesundheitsschutz und wirtschaftlichen Folgen vorzunehmen?
16. Inwiefern teilt die Bundesregierung ggf. die Auffassung der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP-Report 103), dass das LNT-Modell kein Instrument der allgemeinen Gesundheitsplanung ist (bitte ausführlich erläutern)?
17. Inwiefern teilt die Bundesregierung darüber hinaus ggf. die Auffassung (ICRP-Report 103), dass verlässliche Vorhersagen von Erkrankungen bei niedrigen Strahlenexpositionen einer hohen Personenzahl auf Grundlage des LNT-Modells nicht möglich sind (bitte ausführlich erläutern)?

18. Inwiefern hält die Bundesregierung das LNT-Modell ggf. für übertragbar auf weitere Immissionen, wie z. B. Radon in der Atemluft (bitte ausführlich erläutern)?
19. Inwiefern hält die Bundesregierung ggf. das LNT-Modell als Basis anwendbar für die Festsetzung von Grenzwerten für die nach der Strahlenschutzverordnung zulässigen Immissionen von Zwischen- und Endlagern für radioaktive Abfälle, und inwieweit wird dabei zwischen dicht- und dünn-ionisierenden Strahlenarten unterschieden (bitte ausführlich erläutern)?
20. Welche Bedeutung misst die Bundesregierung ggf. LET-abhängigen Unterschieden der biologischen Wirksamkeit bei der Ableitung von Risikomodellen im Strahlenschutz bei?
21. Wie begründet die Bundesregierung ihre Anwendung des LNT-Modells vor dem Hintergrund, dass internationale Fachgremien Risikoabschätzungen bei sehr niedrigen Dosen wissenschaftlich nicht für verifizierbar halten (ICRP, siehe Vorbemerkung der Fragesteller)?
22. Welche Rolle spielen für die Bundesregierung ggf. alternativ diskutierte Modelle (z. B. Schwellenmodelle, hormetische Modelle (L. E. Feinendegen, siehe Einleitung), linear-quadratische Modelle) in der wissenschaftlichen Beratung des Strahlenschutzes?
23. Welche weiteren Dosis-Wirkungs-Modelle (z. B. Schwellenmodelle, hormetische Modelle, linear-quadratische Modelle) werden nach Kenntnis der Bundesregierung für dünn-ionisierende Strahlung wissenschaftlich diskutiert, und welche Relevanz misst sie diesen ggf. für den Strahlenschutz bei?
24. Inwiefern sieht die Bundesregierung möglicherweise weiteren Forschungsbedarf, um die Eignung des LNT-Modells für dünn-ionisierende Strahlung besser zu untersuchen (bitte ausführlich erläutern)?
25. Inwiefern sieht die Bundesregierung angesichts neuerer strahlenbiologischer Erkenntnisse (L. E. Feinendegen, s. Einleitung) ggf. Anpassungs- oder Forschungsbedarf hinsichtlich der derzeit im Strahlenschutz verwendeten Risikomodelle (bitte ausführlich erläutern)?
26. Welche Forschungsergebnisse hält die Bundesregierung – inklusive der jeweils zuständigen Bundesämter – bei Neutronenstrahlen über das gesamte Energiespektrum für ausschlaggebend, um daraus die jeweilige Relative Biologische Wirksamkeit und das zu verwendende Modell zur Beschreibung der biologischen Strahlenwirkung im Niedrigdosisbereich herzuleiten, zu welchen allgemeingültigen Regelungen führt dies, und inwieweit ist für die verschiedenen Neutronenenergien, die bisher als Strahlenbelastung von Menschen nur selten, aber künftig mit dem geplanten Ausbau der Kernfusion deutlich häufiger auftreten werden, weitere Forschung für ein besseres Verständnis der tatsächlich auftretenden Mutagenität erforderlich (bitte detailliert begründen)?

Berlin, den 10. März 2026

Dr. Alice Weidel, Tino Chrupalla und Fraktion